



KOSTUTETUN SUOLAN KÄYTTÖKOKEMUKSET

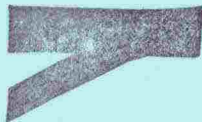


Tielaitos

Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö

Elokuu 1990

08TT el



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910472
Nidenro: 910671

KOSTUTETUN SUOLAN KÄYTTÖKOKEMUKSET

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	Sivu
TIIVISTELMÄ	
1. JOHDANTO.....	1
1.1 Tausta.....	1
1.2 Tavoite.....	1
1.3 Aineisto.....	1
2. LAAJUUS JA MENETELMÄT.....	1
2.1 Tiemestaripiirit.....	1
2.2 Suolamäärät.....	2
2.3 Kostutustavat ja -liuokset.....	2
2.4 Liuosasemat ja levityslaitteet.....	2
3. MENETELMÄN TOIMIVUUS.....	3
3.1 Toimivuus eri keleillä.....	3
3.2 Matalin lämpötila.....	4
3.3 Soveltuvuus talvella 1989-90.....	4
3.4 Kostutetun suolan edut	5
4. LIUOKSEN VALMISTUS.....	6
4.1 Liuosasemat mallia "tielaitos".....	6
4.2 Muut liuosasemat.....	7
4.3 Liuosasemien toimivuuden arvostelu...	7
4.4 Jäätymisriski.....	7
4.5 Kehittämisehdotukset.....	8
5. LEVITTIMET.....	9
5.1 Merkki- ja ikäjakauma.....	9
5.2 Levittimien muu käyttö.....	9
5.3 Kalibrointi.....	9
5.4 Levitysnopeus.....	10
5.5 Toimivuus.....	11
6. MUUT NÄKÖKOHDAT.....	11
6.1 Halukkuus menetelmän käyttöön.....	11
6.2 Käyttöhaluttomuuden syyt.....	12
6.3 Menetelmän kannattavuus.....	12
6.4 Käyttöedellytysten parantaminen.....	13
6.5 Muita seikkoja.....	13
7. TULOSTEN TARKASTELU.....	14
LIITTEET	
1. Kyselylähete ja -kaavake	(5 s.)
2. Puutteita levittimien toiminnassa	(1 s.)

TIIVISTELMÄ

Työ on kyselypohjainen väliarvio kostutetun suolan käytöstä liukkauden torjunnassa Suomessa talvella 1989-90. Suolaa levitettiin kostutettuna 35 tiemestaripiirissä yhteensä noin 8 000 t, mikä on noin 17 % niiden talven suolamäärästä, ja noin 10 % koko maan talven suolasta.

Viidessä tiemestaripiirissä kostutus tehtiin natriumkloridi-, muissa pääasiassa kalsiumkloridiliuoksella. Vain yhdessä tmp:ssä oli käytössä kuorman esikostutus.

Kyselyssä tiedustelluista kelitilanteista oli valtaosa sellaisia, joille vastaajien selvä enemmistö katsoi kostutetun suolan soveltuvan kuivaa paremmin. Mediaanivastaajan mielestä kostutettu suola olisi toiminut kuivaa paremmin 40 % talven suolauskeleistä. On olemassa perusteita käyttää kostutusta aina kun suolataan.

Väittämää suolan paremmasta pysyvyydestä ei epäillyt kukaan. Lähes yhtä varmoja oltiin hävikin pienenemisestä levitysvaiheessa, suolan nopeammasta alkusulatuksesta sekä mahdollisuudesta käyttää suurempaa työnopeutta.

Matalimmaksi lämpötilaksi, missä kostutettu suola tehoaa ilmoitettiin keskimäärin - 9 °C. Käytetyn liuoksen laatu ei näytä selittävän mielipide-eroja. Kokemuksia ääriolosuhteista on vähän.

Kahdessa tiemestaripiirissä on automaattinen liuosasema, muissa itse rakennetut nesteen kierrätykseen perustuvat, 5...10 m³ säiliöllä varustetut asemat. NaCl-liuos tehdään noin 23-prosenttiseksi, CaCl₂-liuos yleensä alle 20-prosenttiseksi. Liuosannoksen valmistus kestää omatekoisella asemalla NaCl:lla keskimäärin 1 h 45 min ja CaCl₂:lla 40 min.

Omatekoiset asemat näyttävät toimivan ainakin leutona talvena. Yksikään tiemestaripiiri ei pitänyt liuoksen valmistusta merkittävänä rasitteena. Laimealla CaCl₂-liuoksella oli havaittu muutaman kerran odotetusti jäätymistä jo -15...-20 °C:n lämpötiloissa.

Kostutetun suolan levittimistä 42 % on ollut myös hiekoituksessa. Sirottamista 75 % on kalibroitu vain 0-1 kertaa talven aikana. Kuivan suolan levityksessä on käytetty nopeutena keskimäärin noin 35 km/h ja kostutetulla suolalla noin 50 km/h. Kaikkien levitinmerkkien katsottiin toimineen yleensä vähintään tyydyttävästi.

Yksikään vastaaja ei pitänyt kostuttamista kannattamattomana, myös työntekijät ovat yleensä hyväksyneet menetelmän. Toimintaedellytyksissä on kuitenkin vielä parantamista: Opasta, motivoi, tutki, kehitä, tee käyttövarmaksi, lisää resursseja ja valmiutta. Raporttiin on kirjattu menetelmän pullonkauloja ja kehittämisehdotuksia.

1. JOHDANTO

1.1 Tausta

Kostutettu suola otettiin ensimmäisen kerran kokeilukäyttöön 1980-luvun alussa muutamassa tiemestaripiirissä, mm. Hämeenlinnassa. Menetelmän sisäänajo on käynnistynyt useassa piirissä vasta aivan viime vuosina.

1.2 Tavoite

Käsillä olevan raportin tarkoituksena on selvittää kostutusmenetelmän nykytilaa maassamme, koota kentän kokemuksia, mielipiteitä ja kehittämisehdotuksia. Työ on luonteeltaan väliarvio, ja sen tavoitteena on osaltaan tuoda aineksia keskusteluun ja päätöksentekoon: Miten tästä eteenpäin.

1.3 Aineisto

Selvityksen pohjana oleva aineisto koottiin lähettämällä kysely (liite 1) maaliskuussa 1990 yhteensä 37 tiemestaripiiriin, joihin oli hankittu kostutuslaitteet.

Kyselyyn vastasi 80 % tiemestaripiireistä, joissa kostutusmenetelmää oli käytetty. Lisäksi eräissä tiemestaripiireissä tehtiin haastatteluja.

2. LAAJUUS JA MENETELMÄT

2.1 Tiemestaripiirit

Kostutettu suola oli otettu talvella 1989-90 käyttöön yhteensä 35:ssä, eli vajaassa neljänneksessä tiemestaripiireistä.

Taulukko 1. Kostutetun suolan käyttäjät talvella 89-90.

UUSIMAA	HÄME	POHJOIS-KARJALA
Espoo	Hämeenlinna	Viinijärvi
Vantaa	Pirkkala	KUOPIO
Vihti	Orivesi	Suonenjoki
Porvoo	Vilppula	Kuopio
TURKU	KYMI	Iisalmi
Salo	Taavetti	Tuusniemi
Paimio	Savitaipale	KESKI-SUOMI
Raisio	Simpele	Jyväskylä
Mynämäki	Imatra	VAASA
Uusikaupunki	Hamina	Pietarsaari
Rauma	Kotka	OULU
Pori	MIKKELI	Raahe
Noormarkku	Heinola	Kempele
Merikarvia	Mäntyharju	Oulu

2.2 Suolamäärät

Kootun aineiston perusteella voidaan arvioida, että talvella 1989-90 levitettiin suolaa kostutettuna koko maassa yhteensä noin 8000 t. Tämä on noin 17 % kostutettua suolaa käyttäneiden tiemestaripiirien kokonais-suolamäärästä ja koko maassa suolaukseen käytetystä määrästä noin 10 %.

2.3 Kostutustavat ja -liuokset

Kostutus on tehty levitysvaiheessa kostutuslaittein varustetulla sirottimella.

Viidessä tiemestaripiirissä: Espoossa, Vantaalla, Vihdissä, Porvoossa ja Pietarsaareissa käytettiin kostutukseen yksinomaan natriumkloridiliuosta.

Muissa tiemestaripiireissä on käytetty kalsiumkloridiliuosta, Mäntyharjulla osin myös NaCl-liuosta. Savitai-paleella on levityskostutus tehty pelkällä vedellä, koska liuosasemaa ei vielä ollut.

Tuusniemen tiemestaripiirissä on käytetty menetelmää, jossa suolakuorma esikostutetaan natriumkloridiliuoksella tai vedellä ennen liikkeelle lähtöä.

2.4 Liuosaset ja levityslaitteet

Automaattisia liuosasemia on Espoon ja Pietarsaaren tiemestaripiireissä. Muissa tmp:ssä on kasteluvesisäiliöistä itse tehdyt asemat. Tuusniemen tiemestaripiirissä on kalliosiilon yhteyteen rakennettu liuosasema.

Kostutuslaittein varustettuja sirottimia oli koko maassa yhteensä 48 kpl. Merkkijakauma piireittäin on oheisena.

Taulukko 2. Kostutetun suolan levittimet talvella 89-90.

Tiepiiri	Weisser	Epoke	Salo 1500	Yhteensä
Uusimaa	6	2	1	9
Turku	2	1	8	11
Häme	2	3	1	6
Kymi	9		1	10
Mikkeli		2		2
Pohjois-K	1			1
Kuopio		3		3
Keski-Suomi			1	1
Vaasa		1		1
Oulu			4	4
Koko maa	20	12	16	48

3. MENETELMÄN TOIMIVUUS

3.1 Toimivuus eri keleillä

Kyselyssä tiedusteltiin omaa käsitystä kostutetun suolan sopivuudesta verrattuna kuivaan suolaan eri kelitilanteissa. Taulukossa 3 on esitetty suorat vastausjakaumat prosentteina.

Taulukko 3. Näkemykset suolamuotojen soveltuvuudesta eri keleille, vastausjakaumat prosentteina.

Keli	Kostutet. parempi	Samanar- voiset	Kuiva parempi	En osaa sanoa
Ennakkos. kuivalle tielle	96	0	0	4
Ennakkos. kostealle tielle	15	44	41	0
Ennakkos. odo- tet. suojalunta	63	19	11	7
Suolaus vähäisen lumisat. aikana	26	30	44	0
Suolaus lumisat. ja aurauk. jälk.	19	33	41	7
Tienpinta huurteinen	93	7	0	0
Musta jää	100	0	0	0
Ohut jääkalvo	96	0	4	0
Jääpolanne	56	7	37	0
Lumipolanne	15	37	48	0
Alijäähtynyt sade	63	19	15	3

Tiedustelluista 11 kelitilanteesta 7 oli sellaisia, joille vastaajien selvä enemmistö katsoi kostutetun suolan soveltuvan paremmin. Kuivan suolan paremmuudesta ei oltu yhtä yksituumaisia.

Kun lasketaan yhteen "samanarvoiset" ja "kuiva suola parempi" vastanneet päädytään selvään enemmistöön neljän kelin osalta.

Kostutetun suolan keleinä pidettiin selvimmin jää- ja huurrekelejä. Lumikelikeleillä oli verrattain paljon kuivan suolan kannattajia. Ennakkosuolauksessa kostealle tielle kannatti moni kuivan suolan käyttöä.

3.2 Matalin lämpötila

Matalimmaksi lämpötilaksi, missä kostutettu suola tehoaa, ilmoitettiin lukemia väliltä $-3...-15^{\circ}\text{C}$. Keskiarvoksi kaikkien vastaajien lukemista saadaan -8.5°C .

Käytetyn liuoksen väkevyys on laskennallisesti likimääräisesti selvitettävissä 25 vastauksesta. Kalsiumkloridiliuosta on käytetty pääasiassa 13...18 -prosenttisenä. Vain kaksi tiemestariipiiriä teki kostutuksen 20-prosenttisella tai väkevämmällä kalsiumkloridiliuoksella.

Oheisena on esitetty aineisto ristiin taulukoituna kolmella lämpötilaluokalla eri vahvuisten liuosten käyttäjien mukaan.

Taulukko 4. Matalin lämpötila missä eri vahvuisilla liuoksilla kostutettu suola tehoaa.

Kostutus- liuos	Lämpötilaluokka			N	Keski- arvo $^{\circ}\text{C}$	Vaihtelu- väli $^{\circ}\text{C}$
	≥ -7	≥ -10	< -10			
NaCl n. 23%	1	1	0	2	-8.0	-6...-10
CaCl ₂ n. 13-15%	2	7	1	10	-8.7	-3...-11
CaCl ₂ n. 16-18%	6	2	3	11	-8.6	-5...-15
CaCl ₂ n. 20-22%	0	2	0	2	-8.0	-8... -8
Kaikki yht.	9	12	4	25	-8.5	-3...-15

Laihimpien kalsiumkloridiliuosten käyttäjien näkemyksissä matalimmasta lämpötilasta ei näyttäisi olevan suuria eroja. Natrium- ja väkevämmän kalsiumkloridiliuoksen osalta ei voi tehdä vertailua pienen aineiston takia. Kokemuksia ääriolosuhteista on niukasti.

3.3 Soveltuvuus talvella 1989-90

Pyydettiin arvioimaan, kuinka suuri osa talven 1989-90 suolauskeleistä oli sellaisia, että kostutettu suola olisi toiminut kuivaa paremmin. Mediaanivastaajan mielestä kostutetun suolan kelejä olisi ollut 40 %. Vastausaineisto on esitetty luokiteltuna taulukossa 5.

Taulukko 5. Kostutetun suolan toimivuus talvella 89-90.

<i>Kostutettu suola olisi toiminut paremmin suolauskeleistä</i>	<i>Osuus vastaajista (%)</i>
... 30 %	41
31... 60 %	33
61...100 %	26

Ääripäässä 4 vastajaa oli sitä mieltä, että kostutetun suolan kelejä olisi ollut 10 % tai vähemmän - vain yhden vastaajan mielestä kostutettua suolaa olisi pitänyt käyttää kaikissa tilanteissa.

3.4 Kostutetun suolan edut

Kostutetulla suolalla on sanottu olevan useita etuja. Kyselyssä tiedusteltiin näkemystä kuuden eri väittämän oikeellisuudesta.

Taulukko 6. Näkemykset etuväittämien oikeellisuudesta prosenttijakaumina.

<i>Väittämä</i>	<i>Täysin samaa mieltä</i>	<i>Jossakin määrin tosi</i>	<i>Ei ole tosi</i>	<i>En osaa sanoa</i>
<i>Pienempi hävikki levitysvaiheessa</i>	93	7	0	0
<i>Tasaisempi sirottelukuvio</i>	53	8	7	10
<i>Suurempi työnopeus</i>	79	18	3	0
<i>Parempi pysyvyys</i>	100	0	0	0
<i>Nopeampi alkusulatus</i>	86	11	3	0
<i>Tehoaa matalammissa lämpöissä.</i>	64	14	4	18

Vastaajien selvä enemmistö piti kaikkia väittämiä oikeina. Suolan parempaa pysyvyyttä tien pinnalla ei epäillyt kukaan. Lähes yhtä varmoja oltiin hävikin pienenemisestä levitysvaiheessa, suolan nopeammasta alkusulatuksesta sekä mahdollisuudesta käyttää suurempaa työnopeutta.

Jonkin verran epäiltiin väittämää tasaisemmasta sirotte-lukuviosta. "En osaa sanoa" vastauksia sai osakseen eniten teho matalammissa lämpötiloissa. Useissa tiemestari-ripiireissä kokemuksia ääriolosuhteista on vähän: Rajoja ei ole lähdetty tietoisestikaan testaamaan, lisäksi viime talvet ovat olleet leutoja.

4. LIUOKSEN VALMISTUS

4.1 Liuosasemat mallia "tielaitos"

Tiemestari-ripiireissä itse tehdyt liuosasemat on yleensä rakennettu kasteluvesisäiliöistä. Tilavuudet vaihtelevat välillä 5...10 m³.

Taulukko 7. Liuosasemien tilavuudet.

Tilavuus (m ³)	Osuus (%)
5... 6	22
7... 8	46
9...10	32

Säiliöiden materiaali on lasikuitua, yksittäisiä muovisia ja teräksisiäkin asemia löytyy.

Suola lastataan asemaan traktori- tai pyöräkuormaajalla noin 60 % tapauksista. Lopuissa 40 % tiemestari-ripiirejä kuormaus tehdään nosturilla. Kalsiumkloridi valutetaan yleisimmin suoraan jättisäkistä säiliöön, talvisuola annostellaan kauhasta.

Suola liuotetaan veteen pumpulla kierrättämällä. Jyväskylän tiemestari-ripiirissä on käytetty sekoittamisessa paine-ilmaa, yhdessä piirissä on kalsiumkloridiliuosta valmistettu hämmmentämällä.

Natriumkloridiliuos tehdään noin 23-prosenttiseksi. Kalsiumkloridiliuosta on käytetty pääasiassa alle 20-prosenttisena.

n. 23	-prosenttinen NaCl-liuos, kostuttajista	15 %
n. 13-15	-prosenttinen CaCl ₂ -liuos,	36 %
n. 16-18	-prosenttinen CaCl ₂ -liuos,	41 %
n. 20-22	-prosenttinen CaCl ₂ -liuos,	8 %

Liuosannoksen valmistus kestää omatekoisella asemalla NaCl-suolalla noin 1,5...2,0 tuntia, keskimäärin 1.75 h.

Kalsiumkloridilla liuosannoksen valmistukseen on käytetty yleensä 15...60 minuuttia riippuen liuoksen väkevyydestä ja sekoituksen tehosta. Keskimäärin annoksen sekoitukseen on mennyt noin 40 minuuttia.

4.2 Muut liuosasemat

Espoon ja Pietarsaaren tmp:ssä on ruotsalaiset asemat. Liuoksen valmistus on pitkälti automaattista, kunhan pidetään huoli, että tuotantoyksikössä riittää suolaa. Säiliöt ovat lämmitettäviä.

Espoon aseman (Saturator SL 30) tuotantoyksikön tilavuus on 8 m³ ja varastoyksikön 13 m³. Toimintaa on heikentänyt tulovesijohdon pieni tuotto. Käytännössä ei ole päästy lähellekään valmistajan ilmoittamaa kapasiteettia (noin 15...20 m³/h).

Pietarsaaren aseman (Saturator SL 12 A, kansikuva) varastotila on 5 m³. Koska malli on korkea, rakennettiin suolan kuormausta varten lastaussilta.

4.3 Liuosasemien toimivuuden arvostelu

Tiedusteltaessa liuosaaman toimivuutta ja arviota, miten liuoksen valmistuksen lisätyö koetaan saatiin seuraavat vastausjakaumat.

Taulukko 8. Arviot liuosaseaman toimivuudesta.

<i>Liuosaseama toimii</i>	<i>Osuus vastaajista(%)</i>
<i>Hyvin.....</i>	<i>46</i>
<i>Tyydyttävästi.....</i>	<i>54</i>
<i>Huonosti.....</i>	<i>0</i>

Taulukko 9. Arviot, miten liuoksen valmistuksen aiheuttama lisätyö koetaan.

<i>Lisätyö koetaan</i>	<i>Osuus vastaajista (%)</i>
<i>Vähäiseksi.....</i>	<i>40</i>
<i>Jonkinlainen rasite..</i>	<i>60</i>
<i>Merkittävä rasite....</i>	<i>0</i>

Asemat näyttävät toimineen vastaajien mielestä vähintään tyydyttävästi. Kukaan ei pitänyt liuoksen valmistusta merkittävänä rasitteena.

4.4 Jäätymisriski

Avoimessa kysymyksessä pyydettiin ilmoittamaan liuoksen valmistuksessa mahdollisesti esiintyneistä jäätymis- tai muista ongelmista.

Jäätymisongelma tuli esiin 7 vastauksessa. Korkein lämpötila, missä oli ilmennyt jäätymistä säiliössä, oli -15°C . Muutamassa tapauksessa oli havaittu pinnan hyyhmäytymistä noin -20°C :ssa laimealla liuoksella.

Teoriassa noin 15-prosenttinen CaCl_2 -liuos alkaa jäätymään kun pakkasen kiristyy $10...12$ asteeseen. Kun liuoksen pitoisuus ylittää 20 %, nousee pakkasen kesto -20°C :een. Kun liuoksen pitoisuus on 25 % tapahtuu jäätymistä vasta noin -30°C :ssa.

Säiliö eristää jonkin verran lämpöä ja liuoksessa on lämpövarasto. Jäätymisongelmat näyttävätkin ilmenevän selvällä viiveellä. Liuos saattaa sietää lyhytaikaisesti kovankin pakkasen. Pitkistä noin -20°C :n kylmistä ei ole viime talvilta kokemuksia. Säiliötä määrääjoin sekoittamalla voidaan hieman eliminoida kylmyyden tuomia pulmia.

Natriumkloridiliuoksella, kun väkevyys on noin 23 %, ei jäätymisriskiä ole vasta kun alle -20°C :n lämpötiloissa.

Muita ongelmia ei valmistuksessa oltu juuri havaittu. Yhdessä tapauksessa oli kalsiumkloridia kovettunut säiliössä. Syynä lienee ollut liian lyhyt sekoitusaika - vastaajan mukaan vain 2...5 minuuttia. Natriumkloridiliuosta tehtäessä oli eräessä tmp:ssä suolaa jäänyt liukenematta - ilmeisesti liuos on jo ollut kyläistä.

4.5 Kehittämisehdotukset

Avoimeen kysymykseen, liuosaseman kehittämisehdotukset, saatiin seuraavaa palautetta:

- * Liuosaseman sijainti on mietittävä tarkasti, sijoitus mieluummin mutkattomasti suolavaraston yhteyteen.
- * Asemalle on oltava riittävän tuottoinen vesijohto, mieluummin palopostikokoa. Ohuesta pillistä homma käy tehottomasti ja aikaa tuhrautuu.
- * Sekoitussäiliönä 5000 l on liian pieni, ainakin jos ei ole erillistä varastosäiliötä, tai ellei liuosasema ole automaattinen.
- * Suolaliuoksen pumppaus auton säiliöön pitäisi saada tehokkaaksi ja mittarin taakse.
- * Liuoksen puhtaus voitaisiin varmistaa asentamalla suodatin tankkausputkeen.
- * Pakkastalvien varalta säiliön pitäisi olla lämmitettävä. Olisi myös etua jos asema olisi katetussa tilassa.
- * Tulisi varautua pelkän suolaliuoksen käyttöön liukaudentorjunnassa. Aseman pitäisi olla riittävän tehokas, liuosreserviä tarvitaan.

5. LEVITTIMET

5.1 Merkki- ja ikäjakauma

Kyselyyn vastanneiden tiemestaripiirien kostutetun suolan levittimien merkki- ja ikäjakauma on esitetty taulukossa 10. Otoksen peittävyys on koko maan kalustosta noin 77 %.

Taulukko 10. Levitinotoksen merkki- ja ikäjakauma.

Merkki	Kpl	%	Ikäjakauma (hankintavuosi)			
			89/90	87/88	86/85	84...
Weisser	15	41	3	6	2	4
Epoke	10	27	9	1	0	0
Salo	12	32	4	7	0	1
Yhteensä	37	100	16	14	2	5

5.2 Levittimien muu käyttö

Kostutetun suolan levittimistä 42 % on käytetty talven aikana jonkin verran myös hiekoituksessa.

Merkkikohtaisesti tarkasteltuna Weissereista ja Epokeista noin kolmannesta ja Salolaisista noin kahta kolmannesta on käytetty hiekoitustyössä.

Taulukko 11. Kostutetun suolan levittimien käyttö hiekoituksessa.

Merkki	Levittimistä myös hiekoituksessa (%)
Weisser	33
Epoke	30
Salo	64
Keskimäärin	42

5.3 Kalibrointi

Levitysmäärää ei ole kalibroitu talvikauden aikana kertaakaan 28 % sirottimista. Yhden kerran on kalibroitu 47 % tapauksista. Kolme kertaa tai useammin on kalibroitu vain 5 % laitteista.

Taulukko 12. Sirotinlaitteiden kalibrointi talvella 89-90, prosenttijakauma merkeittäin.

Merkki	Kalibrointi kertoja			Yhteensä %
	0 krt	1 - 2 krt	3 - n krt	
Weisser	40 (%)	60	0	100
Epoke	0	80	20	100
Salo	36	64	0	100
Yhteensä	28	67	5	100

5.4 Levitysnopeus

Kuivan suolan levitysnopeudeksi ilmoitettiin arvoja väliltä 20...50 km/h. Annetuista nopeuksista 31 % oli 30 km/h tai pienempi. Toisessa ääripäässä 15 % arvoista kasautui välille 41...50 km/h.

Sirottelussa käytettiin keskimäärin nopeutena 36 km/h. Eri laitemerkkien työnopeuksissa ei ollut suuria eroja. Hieman muita vauhdikkaammin näytettiin levitettävän Salo-sirottimella.

Taulukko 13. Kuivan suolan sirottelunopeus, prosenttiosuudet nopeusluokittain eri levittimillä.

Merkki	Käytetty levitysnopeus (km/h)			Keskiarvo (km/h)
	21...30	31...40	41...50	
Weisser	27 (%)	60	13	36
Epoke	50	40	10	35
Salo	18	64	18	38
Yhteensä	30	56	14	36

Taulukko 14. Kostutetun suolan sirottelunopeus, prosenttiosuudet nopeusluokittain eri levittimillä.

Merkki	Käytetty levitysnopeus (km/h)			Keskiarvo (km/h)
	41...50	51...60	61...70	
Weisser	73 (%)	27	0	50
Epoke	80	20	0	50
Salo	36	55	9	55
Yhteensä	64	33	3	51

Kostutetun suolan levitysnopeudeksi ilmoitettiin arvoja väliltä 40...70 km/h. Keskimääräinen nopeus oli 51 km/h, eli 15 km/h korkeampi kuin kuivalla suolalla. Salo-sirottimen käyttäjät ilmoittivat keskimäärin 5 km/h muita suuremman työnopeuden.

5.5 Toimivuus

Taulukossa 15 on esitetty näkemykset levittimien toimivuudesta. Numeerinen arvosana on laskettu käyttämällä pisteytystä (hyvä=3, tyydyttävä=2, huono=1).

Taulukko 15. Levittimien toimivuus, suorat prosenttijakaumat sekä pisteytetty arvosana.

Merkki	Hyvä	Tyydyt.	Huono	Arvosana
Weisser	66 (%)	27	7	2.6
Epoke	56	44	0	2.6
Salo	50	40	10	2.4
Keskim.	57	37	6	2.5

Kaikista sirottimista vähintään puolet on saanut arvostuksen hyvä. Numeerinen arvosana on Weisserilla ja Epokeella 2,6 ja Salolaisella 2,4.

Merkkien keskinäiseen vertailuun esitetty arvostelu soveltuu huonosti: Vain muutamassa tiemestaripiirissä on ollut kahtakaan levitintä kostutetulle suolalle.

Kaikissa levittimissä on esiintynyt vikoja ja puutteita käytön myötä. Liitteessä 3 on esitetty palautetta.

Liuossäiliön on oltava niin tilava, että pystytään kostuttamaan koko kuorma käyttäen suhteena 30 painoprosenttia liuosta, 70 painoprosenttia kuivaa suolaa. Vain näin saadaan menetelmän edut täysin hyödynnettyä.

6. MUUT NÄKÖKOHDAT

6.1 Halukkuus menetelmän käyttöön

Avoimella kysymyksellä tiedusteltiin kuljettajien halukkuutta menetelmän käyttöön sekä asenteissa mahdollisesti tapahtuneita muutoksia.

Vastauksista 88 % oli tulkittavissa siten, että asenteet ovat myönteisiä, valtaosa kuljettajista on hyväksynyt menetelmän.

Alkuvaiheessa vastaanharaajia on ollut, mutta kun menetelmää ja laitteita on opittu käyttämään, asenteet ovat kehittyneet myönteiseen suuntaan.

Selvästi negatiiviseksi voi tulkita loput 12 % vastauksista: Kuljettajat eivät ole olleet kovin motivoituneita, eikä asenteissa vielä ole ollut välttämättä havaittavissa myönteistä kehitystä. Yhdessä vastauksessa viitattiin myös työnjohdon vajavaiseen aktiivisuuteen.

6.2 Käyttöhaluttomuuden syyt

Haluttomuutta kustutetun suolan käyttöön on perusteltu monilla seikolla. Seuraavassa on joukko tavallisimpia:

- * vanha menetelmä on parempi tai yhtä hyvä
- * epäillään kustutetun suolan vaikutusta
- * on epäonnistuttu ensimmäisillä kerroilla
- * koetaan hankalaksi, kun ei vielä osata käyttää
- * työnjohdon antamat tehtävän määrittelyt puutteelliset
- * tiedon puute
- * liuoksen kanssa työskentely on lisätyö, vie aikaa
- * menetelmä on hidas nopeaan lähtöön, viivästyttää
- * säiliön täyttöpumpun hitaus
- * ei aina ehdi asentaa kustutuslaitteita autoon
- * yksin työskentely yöllä
- * liuosaseman ja yleensä laitteiden alkeellisuus
- * laitteiden pitäisi olla tehokkaan yksinkertaiset
- * liuosaseman liian pieni koko
- * liuosaseman hankala sijainti toimintojen kannalta

6.3 Menetelmän kannattavuus

"Kustutetun suolan menetelmä vaatii investointeja sirottimiin ja liuosasemaan sekä tietyssä määrin lisätyötä ja huolenpitoa kuivan suolan menetelmään verrattuna." Edellä kuvatun johdattelulauseen jälkeen pyydettiin ilmoittamaan käsitys, saadaanko uhraukset takaisin esim. pienempinä suolamäärinä, parempana laatuna jne.

Taulukko 16. Näkemykset kustutuksen kannattavuudesta.

<i>Mielipide</i>	<i>Osuus vastaajista</i>
<i>Saavutetaan selvää säästöä.....</i>	<i>50 %</i>
<i>Hyöty vastannee likimäärin uhrauksia.....</i>	<i>36 %</i>
<i>Kostuttaminen ei ole kannattavaa.....</i>	<i>0 %</i>
<i>En osaa sanoa.....</i>	<i>14 %</i>

Kukaan ei pitänyt kostuttamista kannattamattomana. Positiiviselle puolelle arvioi päästävän puolet vastaajista.

Positiiviseen suuntaan vaikuttavina asioina mainittiin:

- * materiaalisäästö (noin 25 %)
- * työnopeuden kasvaminen
- * suolauksen uusimistarve vähenee
- * tienkäyttäjän kannalta parempi tulos
- * ympäristönsuojelulliset näkökohdat

6.4 Käyttöedellytysten parantaminen

Menetelmän käyttöedellytyksiä voitaisiin parantaa kyselyyn vastanneiden mielestä seuraavilla toimenpiteillä:

- * opastamalla ja motivoimalla kuljettajia ja työnjohtoa
- * hyödyntämällä toisten kokemukset, mielipiteiden vaihto
- * kokemusten hankinta sieltä, missä laitteita testataan
- * tutkimalla, suolauspäätös tehdään vielä perstuntumalla
- * eri menetelmien rinnakkaiskokeita tiemestaripiirissä
- * tarvitaan selvät käyttöohjeet
- * laitteiden kehitystä ja työntutkimusta jatkettava
- * satsattava käyttövarmuuteen, ei turhiin uutuuksiin
- * laitekehityksessä yksinkertaisempiin levittämiin
- * tarvitaan tarkemmat sirottelulaitteet
- * säiliö ja sirotteluautomaatti vakioautoon
- * vakioauto aina valmiina lähtöön
- * tmp:ssä oltava useampia levittämiä menetelmälle
- * liuoksen valmistus mahdollisimman helpoksi
- * korjaus-, huolto- ja varaosapalvelu saatava pelaamaan

6.5 Muita seikkoja

Kyselyn loppuun varattiin tila purkautumista varten: Tiedusteltiin muita asiaan liittyviä mielipiteitä.

Palautteessa korostettiin vielä kostutusmenetelmän paremmuutta kuivan suolan menetelmään verrattuna. Toisaalta eräs vastaaja epäili saavutetaanko materiaalisäästöäkään: menetelmällä voidaan joutua tiuhemmin uusintakäsittelyyn.

Kahdessa vastauksessa puntaroitiin mahdollisuutta kostuttaa suola suoraan kuormaan vedellä tai liuoksella. Näinkin yksinkertaisella tavalla pystytään saamaan suolan hävikkiä pienemmäksi.

Usea kalsiumkloridiliuoksen käyttäjä tuntui harkitsevan NaCl-liuoksen käyttöä kostutuksessa. Tien pinta saataisiin kuivumaan nopeammin. Joissakin tiemestaripiireissä on pantu merkille tienpinnan märkyys ja limaisuus tuulilasissa CaCl₂-kostutuksen yhteydessä.

Pelkän NaCl-liuoksen käyttömahdollisuus liukkaudentorjunnassa tiedostettiin, ja vaihtoehdosta oltiin kiinnostuneita. Jatkossa tarvittaneenkin sekä liuoslevittimet, että sirottelulaitteet, jotka soveltuvat niin kostutetulle kuin myös kuivalle suolalle. Kuivan suolan levitys vähenee oleellisesti.

Tiedostettiin paineet suolan käytön vähentämiseksi. Jos halutaan pienentää rajusti suolankäyttöä, olisi tienkäyttäjien asenteisiinkin saatava muutos.

7. TULOSTEN TARKASTELU

Seuraavassa tarkastellaan tuloksia vapaamuotoisesti, saatuun suulliseen palautteeseen ja muiden maiden käytäntöihin ja tutkimuksiin tukeutuen.

Moneen muuhun maahan verrattuna kostutetun suolan käyttö on yleistynyt meillä hitaasti.

Kyselyyn vastanneiden suuri osuus viittaa siihen, että tiedon vaihtoa - kantapään kautta opiskelun täydennyksenä on kaivattu. Kostutusmenetelmä on alettu kokea entistä laajemmin tärkeäksi keinoksi parantaa omaa toimintaa, vastata kasvaviin - osin ristiriitaisiinkin vaatimuksiin.

Keskimäärin noin 17 % kostutettua suolaa käyttäneiden tiemestaripiirien talvisuolasta levitettiin kostutettuna. Mediaanivastaajan mielestä 40 % talven suolauskeleistä olisi sopinut paremmin kostutetulle suolalle.

Vain yhdessä tiemestaripiirissä on käytetty esikostutusta. Kuormaan suihkutetaan ennen liikkeelle lähtöä pelkkää vettä tai suolaliuosta 5...10 paino-%. Ei tarvita välttämättä investointia sirotinautomaattiin eikä liuosasemaan. Hienorakeisempikin suola saadaan menemään paremmin tienpinnalle, levitysnopeutena voidaan pitää noin 40 km/h.

Kostutuksen käytölle on perusteita lähes kaikissa tilanteissa: hienoaineksen sitominen levityksen aikana ja mahdollisuus käyttää hieman suurempaa työnopeutta. On totta, että kun suola on saatu tielle, se pysyy märällä ja lumisella pinnalla olipa suola kostutettu tai ei.

Kostutettua suolaa on mahdollista käyttää hieman matalammissa lämpötiloissa kuin kuivaa. Käytännössä voinee harkita risteysten käsittelyä tai hyvin ohuen jääkalvon poistoa vielä noin -10 °C:ssa. Kylmällä suolaamista rajoittaa uudelleen jäätymisriski ja haitat autoilijalle, jos pesulaitteet sattuvat olemaan jäässä. Tarvittavat suola-annokset ovat isot.

Suolaliuoksen riittävä väkevyys ja laatu askarruttaa käyttäjiä. Nykyisen tietämyksen mukaan kummallakin suolalla kostukkeena on omat etunsa. Muissa pohjoismaissa vaaka näyttää kallistuneen NaCl-liuoksen puolelle lähinnä suolan halvemman hinnan takia. Natriumkloridi on luonnollinen valinta viimeistään kun kostutuksen ohella liuosmenetelmäkin otetaan käyttöön.

Väkevyyden valinta on NaCl-liuoksella helppo: ei alle 23-prosenttisenä. Toisaalta jos mennään yli eutektisen pitoisuuden (23,3%), syntyy vaara, että osa suolasta kiteytyy pakkasen kiristytessä liuoksessa uudelleen. Seurauksena voi olla suodattimen lisääntyvä puhdistustarve.

Kalsiumkloridia käytettäessä on perusteita hintasyistä valita syystalven keleille alle 20-prosenttinen liuos kuten nykyään näyttää vallitseva käytäntö olevan. Normaallitalvena, lähinnä jäätymisriskin takia, noin 20-prosenttinen ja pakkastalvena enintään 25-prosenttinen liuos lienee sopivin.

Kostutuksen tuomista piirteistä suolan toimivuuteen näytetään oltavan pitkälti yksimielisiä. Jos ajatellaan ennakkosuolausta kuivalle tai vain vähän kostealle tielle - tai suolausta kovalle pinnalle, on suolan pysyvyys kostutettunakin huono, kun liikennemäärät ja nopeudet ovat suuria. Näissä tilanteissa on perusteita kaventaa levitysleveyttä normaalista: Merkittävä osa suolasta siirtyy nopeasti reunoille muutenkin.

Omatekoiset liuosasemat näyttävät toimivan leutona talvena tyydyttävästi. Kokemukset viittaavat siihen, että sekoitusyksikön tilavuuden pitäisi olla vähintään 8000 l, mieluummin 10000 l, mikäli asemaa ei ole automatisoitu, tai rinnalla varastosäiliötä. Isolla yksiköllä tarvitsee vähemmän valmistuskertoja. Varastosäiliöt ovat välttämättömiä, kun rinnakkaismenetelmäksi otetaan liuossuolaus.

Omatekoisetkin asemat pitäisi varautua suojaamaan ankariina pakkastalvina. Yllättäen näyttää siltä, että kalsiumkloridiliuoksella kostuttavien säiliöt jäätyvät ensimmäisenä, sillä pitoisuudet ovat usein jopa alle 15 %.

On harkittu aseman upottamista maahan tai sijoittamista lämpimään tilaan. Säiliöiden eristäminen lienee hankalaa. Eräs keino olisi lämmittäminen termostaattiohjatulla sähkövastuksella.

Olipa liuosaema omatekoinen tai kaupallinen tuote, pitää asemalle järjestää riittävän tuottoinen vesijohto, muuten liuoksen valmistus käy hitaasti ja kapasiteetti laskee valmistajan ilmoittamasta.

Peräti 42 % kostutetun suolan levittimisestä on ollut talven aikana ainakin muutaman kerran myös hiekoituksessa.

Levittimistä 75 % on kalibroitu vain 0-1 kertaa talven aikana. On suositeltavaa tarkistaa levitysmäärä ja -kuvio useamman kerran talvessa, etenkin jos sirotinta on pakko käyttää hiekoituksessa tai jos suolan rakeisuudessa on suuria muutoksia. Vähimmäiskontrolli on levittää suola-kuorma ja mitata käsitelty matka.

Kuivaa suolaa on levitetty keskimäärin nopeudella noin 35 km/h ja kostutettua noin 50 km/h. Yli 40 km/h menevät nopeudet ovat kuivalla suolalla arveluttavia.

Kaikkien levitinmerkkien katsottiin toimineen yleensä hyvin tai vähintään tyydyttävästi. Tutkiskeltavaa palautetta, osin ristiriitaistakin, löytyi kaikille laitevalmistajille ja -toimittajille. Lapsuksista kuten liian pieni liuossäiliö pitäisi päästä eroon. Käyttövarmuutta arvostetaan.

Kuljettajat näyttävät yleensä hyväksyneen menetelmän kun heitä on motivoitu ja käyttö opittu. Käyttöhaluttomuuden syitä kirjattiin suuri joukko - ajatuksella läpikäytävä lista.

Kyselyssä kukaan ei pitänyt kostuttamista kannattamattomana. Muutkin kuin puhtaasti tienpitäjän markat otettiin esiin suuressa osassa vastauksista.

Kostutusmenetelmän käyttöedellytyksiä voidaan parantaa: opasta, motivoi, tutki, kehitä, tee käyttövarmaksi, tee helpoksi, lisää resursseja ja lisää valmiutta.

Ehdotonta suositusta kostukeliuoksen valintaan on vaikea antaa. Saatavilla oleva tutkimustieto sisältää epävarmuuksia ja on osin ristiriitaista. Valinta riippuu paljolti siitä, mille seikoille annetaan suurin paino. Oleellisempaa on kostutetaanko suola vai ei.

Tienpinta pysyy kauemmin kosteana, ja saattaa olla jonkin verran limaisenoloinen CaCl_2 -liuosta käytettäessä. Toisaalta suolaa tiehen sitova adheesiovoima on CaCl_2 -kostutuksella suurempi.

Märkyys suolauksen jälkeen selittyy usein liian suurella suola-annoksella. Esimerkiksi levitettäessä kostutettua suolaa 15 g/m^2 menee tielle liuosta $4,5 \text{ g/m}^2$, missä on kalsiumkloridia noin 0.9 g. Jos "varmuuden vuoksi" lorautetaan suolaa 30 g/m^2 , varmasti tehoaa - mutta näkyynkin.

TIELAITOS
Tampereen Tuotantotekninen Kehitysyksikkö

LÄHETE
08.03. 1990

ARVOISA TIEMESTARI

Kostutettu suola on otettu tuotantokäyttöön useassa tiepiirissä, menetelmän käyttö laajenee koko ajan. Nyt on otollinen tilaisuus koota väliarvio kokemuksista menetelmän käytöstä. Väliarvio tehdään haastattelujen sekä oheisena lähetettävän kyselyn avulla.

Kentän näkemykseen tukeutuen arvioimme kostutuksen soveltuvuutta eri keleille, saavutetaanko etua kuivan suolan menetelmään verrattuna sekä suolauksessa, liuoksen valmistuksessa ja sirottimissa esiintyviä ongelmia.

Toivomme saavamme vastauksen kaikista kostutettua suolaa käyttävistä tiemestaripiireistä. Tuloksista välitämme Teille yhteenvedon tiedoksi.

Täytetyt lomakkeet pyydämme palauttamaan Tampereen tuotantotekniseen kehitysyksikköön alla olevaan osoitteeseen talvikauden lopulla, kuitenkin viimeistään 20.04.1990 mennessä. Lisätietoja kyselystä antaa kehitysyksikössä tutkija Heikki Lappalainen puh. 931 - 165 192.

Yhteistyöterveisin



Rauno Kuusela
Kehitysyksikön päällikkö

LIITE: Kyselylomake (4 s.)

KOSTUTETUN SUOLAN KÄYTTÖKOKEMUKSET TALVIKAUDELLE 1989/90

Tiemestaripiiri: _____

Suolaa on käytetty talvikauden aikana noin : _____ t

Tästä määrästä on levitetty kostutettuna noin: _____ t

Suolaliuosta on kulunut talven aikana noin : _____ l

Kostutuslaittein varustettuja sirottimia on : _____ kpl

OMAT HAVAINNOT KOSTUTETUN SUOLAN SOPIVUUDESTA

Oheisena on lueteltu erilaisia kelitilanteita. Merkitkää sulkeisiin seuraavista koodeista (1...4) se, joka lähinnä vastaa omaa käsitystä kostutusmenetelmän sopivuudesta verrattuna kuivan suolan menetelmään.

- 1 = Kostutetu suola sopii paremmin
- 2 = Menetelmät ovat samanarvoiset
- 3 = Kuiva suola sopii paremmin
- 4 = En osaa sanoa

() Ennakkos. kuivalle tielle
 () Ennakkos. kostealle tielle
 () Ennakkos. odotettavissa suojalunta

() Suolaus vähäisen lumisateen aikana
 () Suolaus lumisateen ja aurauksen jälkeen
 () Tienpinta huurteinen

() Musta jää
 () Ohut jääkalvo
 () Jääpolanne

() Lumipolanne
 () Alijäähtynyt sade
 () Muu tilanne, mikä _____

Tarkennukset (jatkakaa tarvittaessa kääntöpuolelle):

Alin lämpötila, missä kostutettu suola tehoaa, noin : _____ C

Kuinka suuri osa talven suolauskeleistä oli mielestänne
 sellaisia, että kostutettu suola olisi toiminut kuivaa
 suolaa paremmin (arvio prosentteina) : _____ %

Kostutetulla suolalla on sanottu olevan useita etuja kuivaan suolaan verrattuna. Merkitkää sulkeisiin seuraavista koodeista (1...4) se, joka lähinnä vastaa omaa käsitystänne väittämän oikeellisuudesta.

- 1 = Täysin samaa mieltä
2 = Väittäjä pitää jossakin määrin paikkansa
3 = Väittäjä ei pidä paikkaansa
4 = En osaa sanoa

- () Pienempi hävikki levitysvaiheessa
() Saavutetaan tasaisempi sirottelukuvio
() Mahdollistaa suuremman työnopeuden

() Parempi pysyvyys tien pinnalla
() Alkusulatus on nopeampi
() Tehoa matalamissa lämpötiloissa

Tarkennukset (jatkakaa tarvittaessa kääntöpuolelle):

KUVAUS LIUOSASEMASTA JA SEN TOIMINNASTA

Merkki tai rakennustapa: _____

Liuossäiliön tilavuus : _____

Liuossäiliön materiaali: _____

Miten suola kuormataan : _____
liuosasemaan

Liuoksen sekoitustapa : _____

Sekoitussuhde : _____ kg suolaa _____ l vettä

Liuotettava suola on : _____ kloridia

Keskim. sekoitusaika : _____ min / säiliö

Liuosasema toimii:

Liuoksen valmistuksen lisätyö koetaan:

Hyvin	()	Vähäiseksi	()
Tyydyttävästi	()	Jonkilainen rasite	()
Huonosti	()	Merkittävä rasite	()

Onko säiliössä ollut jäätymisongelmia ja missä lämpötilassa,
muut liuoksen valmistuksessa mahdollisesti ilmenneet ongelmat:

Mahdolliset kehittämissuositukset:

KOSTUTETUN SUOLAN LEVITYKSESSÄ KÄYTETYT SIROTTINLAITTEET

Sirottimen merkki ja hankintavuosi: _____

Onko laite ollut talven aikana myös hiekoituksessa: _____

Monestikko laite on kalibroitu talvikauden aikana : _____

Levitysnopeus kuivalla/kostutetulla suolalla: _____ / _____ km/h

Sirottinlaite on toiminut: Hyvin ()
 Tyyttävästi ()
 Huonosti ()

Laitteen toiminnassa mahdollisesti esiintyneet puutteet:

Sirottimen merkki ja hankintavuosi: _____

Onko laite ollut talven aikana myös hiekoituksessa: _____

Monestikko laite on kalibroitu talvikauden aikana : _____

Levitysnopeus kuivalla/kostutetulla suolalla: _____ / _____ km/h

Sirottinlaite on toiminut: Hyvin ()
 Tyyttävästi ()
 Huonosti ()

Laitteen toiminnassa mahdollisesti esiintyneet puutteet:

MUUT NÄKÖKOHDAT KOSTUTETUN SUOLAN MENETelmäSTÄ

Kuljettajien motivoituneisuus, halukkuus menetelmän käyttöön, onko asenteissa tapahtunut muutoksia:

Syyt, joilla haluttomuutta menetelmän käyttöön perustellaan:

Kostutetun suolan menetelmä vaatii investointeja sirottimiin ja liuosasemaan sekä tietyssä määrin lisätyötä ja huolenpitoa kuivan suolan menetelmään verrattuna. Onko Teillä käsitystä, saadaanko uhraukset takaisin pienempinä suolamäärinä, parempana laatuna jne:

- () Käsitykseni mukaan saavutetaan selvää säästöä
- () Saavutettava hyöty vastannee likimäärin uhrauksia
- () Kostutetun suolan käyttö ei ole kannattavaa
- () En osaa sanoa

Mahdolliset tarkennukset:

Miten menetelmää ja sen käyttöedellytyksiä voitaisiin parantaa:

Muita asiaan liittyviä näkökohtia ja mielipiteitä:

Kyselyyn vastasi: _____ - Kiitos vastauksesta -

PUUTTEITA LEVITTIMIEN TOIMINNASSA

Weisser WSTAH Espoo	1990	- toisen liuossäiliön yhdysputket ovat liian pienet, mikä hidastaa täyttöä
Weisser Kotka	1990	- levityslautanen raskas nostaa ylös - kulun järjestäminen ylös, tikapuut puuttuvat
Weisser WSTA Espoo	1988	- Sisun (SL-171) hydrauliiikka riittämätön kaikille lisälaitteille, hydrauliiikan ulosotot puuttuvat
Weisser WSTAHD Espoo	1987	- liian pieni liuossäiliö (1500 l), liuos loppuu kesken - tekniikka pettää jatkuvasti
Weisser Taavetti	1987	- liuossäiliö saisi olla suurempi - pientä vikaa käytön myötä
Weisser WSTA/HD-BKELN Raisio	1986	- leveyden säädössä pieniä ongelmia
Weisser Imatra	1986	- sähkötoiminen venttiili putken lautasenpuoleiseen päähän
Weisser Kotka	1985	- liuospumpun toimintahäiriöt - lautanen raskas nostaa ylös
Weisser Hamina	1983	- suolaköntit tukkivat kierukan, magneettiventtiili ei toimi - toimintoja on vähän
Epoke Vantaa	1989	- hydraulinestevuotoja - liuostankkauksen letkuliittimet standardisoitava - ohjauspöytien yhteiskäyttö puuttuu
Epoke Orivesi	1989	- suola tarttuu määrätyissä olosuhteissa syöttösuppilon laitoihin
Epoke PWB 60 HK Mäntyharju	1989	- käyttö- ja hallintalaitteet hyttiin - sirotin suojattava, lava ja kippi säilytettävä autossa - kontti saisi olla suurempi
Epoke PWB 60 HK Heinola	1989	- pikkuvikoja: tietokoneen piirikortti, moottorin virtalukko (aluksi ulkona, siirrettiin hyttiin), vesipumppuhäiriöitä, suolaliuossäiliössä vuotoja
Epoke PWB 70 HSK Pietarsaari	1988	- liian pieni liuossäiliö (1500 l)
Salo 1500 Jyväskylä	1989	- käsin käännettävä heittosuunta
Salo 1500 Oulu	1989	- lautanen ryytyy - asteissa - hiekoituksessa tukkeutumista
Salo 1500 Oulu	1988	- syöttö saatava säädettyä pienemmälle
Salo 1500 Salo	1988	- ei kestänyt aluksi kostutettua suolaa, vaihdettiin suolaliuosta kestävä moottori (parempi suojaus)
Salo 1500 Merikarvia	1988	- viime talvena olivat pumppu ja säiliö rikki
Salo 1500 Raahe	1987	- kierukka kuluu hiekoituksessa - säätöpaneeli puutteellinen
Salo 1500 Hamina	1988	- pienillä kierroksilla kierukan pyörimisnopeuteen vaikuttaa laitteen suolan määrä, kierukka voi pysähtyä - liian herkkäsäätöinen
Salo 1500 Lempäälä	198X	- liuoksen annostelu sattumankauppaa
Salo 5000 Paimio	1982	- liuos pyrkii jäämään oikealle kaistalle ja vain suola levittyy toiselle kaistalle